

PN : JP 06124680 19940506  
AN : JP 04299238 19921012  
ICM : H01J- 37/252  
ICS : H01J- 37/28, H01J- 49/40  
PA : JEOL LTD  
IN : YAMADA TAKAHISA  
ET : MASS SPECTROMETER FOR SECONDARY NEUTRAL PARTICLE

This material may be protected by  
copyright law(Title 17 U.S. Code)

PURPOSE: To provide a mass spectrometer for secondary neutral particles capable of the element analysis of a very fine region.

CONSTITUTION: A sample 2 is placed on a stage 1 and at the same time the tip of probe 3 is arranged near the surface of the sample. Further to this STM constitution, an excitation optical system 5, a mass spectrometry system 6, a pulse power supply 7 and a timing control circuit 8 are provided. An optical path is provided so that a laser beam 13 from a laser beam source 9 passes through the region adjacent to the tip of the probe. The mass spectrometry system 6 fundamentally is a time of flight type mass spectrometer. A voltage  $V_a$  required for taking in particles ionized by the laser beam 13 into the mass spectrometry system to perform analysis is applied between an ion extraction lens 14 and STM and also between the lens 14 and a sample. The pulse power supply 7 generates a pulse voltage signal and supplies it to the probe 3, thereby ionizing the atoms by a laser beam 11, which are expelled from the surface of the sample and reaching the above-mentioned region, and then introducing them into a mass spectrometer to perform mass spectrometry.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-124680

(43) 公開日 平成6年(1994)5月6日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 J	37/252	Z		
	37/28	Z		
	49/40	4230-5E		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平4-299238

(22) 出願日 平成4年(1992)10月12日

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72) 発明者 山田 貴久

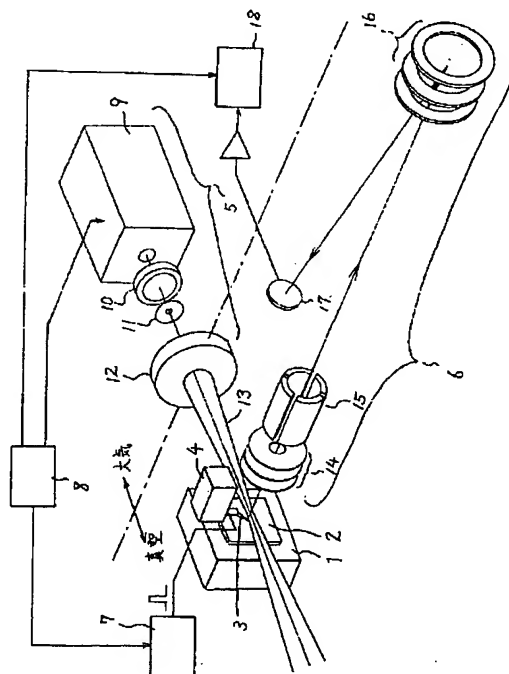
東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本  
電子株式会社内

(54) 【発明の名称】 2次中性粒子質量分析装置

(57) 【要約】

【目的】 微小領域の元素分析が可能な2次中性粒子質量分析装置を提供する。

【構成】 ステージ1上に試料2が載置されると共に、試料表面に探針3の先端が近接配置される。このSTMの構成に更に、励起光学系5、質量分析系6、パルス電源7及びタイミング制御回路8が設けられる。励起光学系5は、レーザ光源9からのレーザ光13が探針の先端近傍の領域を通過するように光路が設定されている。質量分析系6は基本的に飛行時間型質量分析系である。イオン引出しレンズ14とSTM及び試料との間には、レーザ光によってイオン化された粒子を質量分析系に取り込んで分析を行うのに必要な電圧 $V_a$ が印加されている。パルス電源7はパルス電圧信号を発生し探針3に供給し、これにより試料表面からはじき飛ばされて前記領域に到達した原子は、レーザ光11によりイオン化され、質量分析装置に導入されて質量分析される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 探針を試料に対しトンネル電流が流れる程度の距離まで接近させ、微動機構により前記探針と試料の相対位置を変化させることにより走査を行うようにした走査型トンネル顕微鏡と、前記探針と試料間にパルスの電圧を印加するための手段と、該パルスの電圧の印加に同期して前記探針の先端近傍の領域に励起光を通過させるための励起光学系と、該領域で発生したイオンを取出して質量分析するための質量分析装置とを備えたことを特徴とする2次中性粒子質量分析装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走査型トンネル顕微鏡を備え、極めて微小な領域の元素分析を行うことのできる2次中性粒子質量分析装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】試料表面の元素分析の手法の一つとしてSIMS (Secondary Ion Mass Spectroscopy 2次イオン質量分析法) がある。SIMSでは、細く絞った1次イオンビームを試料表面に照射し、試料表面から発生した2次イオンを質量分析系に導入して元素分析を行う。

【0003】SIMSの感度を向上させるため、イオンと共にイオンよりも多量に発生するとされているスパッタ中性粒子をレーザー光などでイオン化して質量分析系に導入するSNMS (Secondary Neutral Particle Mass Spectroscopy 2次中性粒子質量分析法) も研究されている。

【0004】一方、原子レベルでの試料表面の観察手段として、STM (Scanning Tunnelling Microscope 走査型トンネル顕微鏡) が実用化されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】SIMS及びSNMSでは、元素分析が可能であるが、1次イオンビームがせいぜい直径0.1 $\mu$ m程度しか絞れないので、分析領域をそれ以下に微小化することはできない。一方、STMでは、微小領域を観察できるものの、元素分析はこれまでに行われていない。

【0006】本発明は、この点に鑑みてなされたものであり、STMとSNMSを有機的に結合することにより、微小領域の元素分析が可能なSNMSを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、本発明の2次中性粒子質量分析装置は、探針を試料に対しトンネル電流が流れる程度の距離まで接近させ、微動機構により前記探針と試料の相対位置を変化させることにより走査を行うようにした走査型トンネル顕微鏡と、前記探針と試料間にパルスの電圧を印加するための手段と、該パルスの電圧の印加に同期して前記探針

の先端近傍の領域に励起光を通過させるための励起光学系と、該領域で発生したイオンを取出して質量分析するための質量分析装置とを備えたことを特徴としている。

【0008】

【作用】本発明では、走査型トンネル顕微鏡の探針と試料間にパルスの電圧を印加すると共に、このパルスの電圧の印加に同期して前記探針の先端近傍の領域に励起光を通過させ、この領域で発生したイオンを取出して質量分析するようにしている。以下、図面に基いて本発明の一実施例を詳説する。

【0009】

【実施例】図1は本発明の一実施例を示している。図1において、ステージ1上に試料2が載置されると共に、試料表面に探針3の先端が近接配置される。探針3はピエゾ素子などを用いた走査器4によって支持及び走査される。以上がSTMの基本構成であるが、走査器4を制御する制御回路及び映像表示手段は省略してある。本発明では、このSTMの構成に更に、励起光学系5、質量分析系6、パルス電源7及びタイミング制御回路8が設けられる。

【0010】励起光学系5は、レーザー光源9、レンズ10、アパーチャ板11及び光導入窓12から構成される。光導入窓12は、図において一点鎖線で省略して示した真空と大気を仕切る隔壁に設けられており、この窓を介してレーザー光13が探針の先端近傍の領域を通過するように光路が設定されている。

【0011】質量分析系6は基本的に飛行時間型質量分析系であり、イオン引出しレンズ14、偏向器15、リフレクタ電極16、イオン検出器17及び信号処理回路18から構成され、前記領域で生成されたイオンを引き出して質量分析することができる。イオン引出しレンズ14とSTM及び試料との間には、レーザー光によってイオン化された粒子を質量分析系に取り込んで分析を行うのに必要な電圧 $V_a$ が印加されている。

【0012】パルス電源7は、タイミング制御回路8からのタイミング信号に基づいてパルス電圧信号を発生し、探針3に供給する。タイミング制御回路8は、パルス電源の他、レーザー光源9及び信号処理回路18へもタイミング信号を供給する。

【0013】前記励起光学系は、レーザー光13が試料と探針の接点（実際には接触していないが）にできるだけ近い位置で最小ビーム径を持つようにレンズ10の位置などが設定される。レーザー光源9は、例えばエキシマレーザーのような高い光子密度の光を発生できるものが用いられ、パルスモードで使用される。

【0014】上記構成において、まず、STMを通常に動作させ、像表示手段により試料の表面観察を行う。そして、表面を観察しながら、元素分析を行いたい点に探針3を停止させ、タイミング制御回路8に分析開始を指令する。図2(a)は、タイミング制御回路8からのタ

3

イミング信号に基づいてパルス電源7から探針3に供給された電圧パルスを示している。この電圧パルスにより探針先端と試料間の極めて微小な間隙には大強度のパルス電界が形成され、このパルス電界により、探針3の先端に対面していた試料表面の原子がはね飛ばされる。このはね飛ばされた原子がレーザー光通過域に到達するのに要する適宜な時間をおいた図2(b)のタイミングでレーザー光源9がパルス点灯される。このパルスレーザー照射により原子はイオン化され、生成イオンは引出しレンズとSTMの間に印加されている電圧 $V_a$ で質量分析系へ加速され、引き込まれて質量分析される。前記タイミング制御回路8は、信号処理回路18へパルスレーザーの発生タイミングを知らせるタイミング信号を送るため、信号処理回路18は、このタイミング信号に基づいて質量分析を行う。

【0015】パルス電界によりはね飛ばされるのは、探針が対面している数オングストローム程度の微小領域であり、従来に比べて格段に微小な領域の元素分析を行うことができる。そして、このような分析を所定間隔で繰り返すことにより、線に沿った元素分析が可能で、更に、線に沿った分析をずらして行えば、面の表面元素分析が可能である。

【0016】なお、探針に印加するパルス電圧の値によっては、試料表面からはじき飛ばされる原子の一部がイオン化されていることも考えられる。このイオンを直接質量分析するのであれば、レーザー光源を点灯させなくて

4

も良く、その様なモードにも切り換えられるようにすれば、分析の奥行きを広げることが可能である。

【0017】

【発明の効果】以上詳述のごとく、本発明によれば、STMとSNMSを有機的に結合したため、微小領域の元素分析が可能な2次中性粒子質量分析装置が実現される。

【図面の簡単な説明】

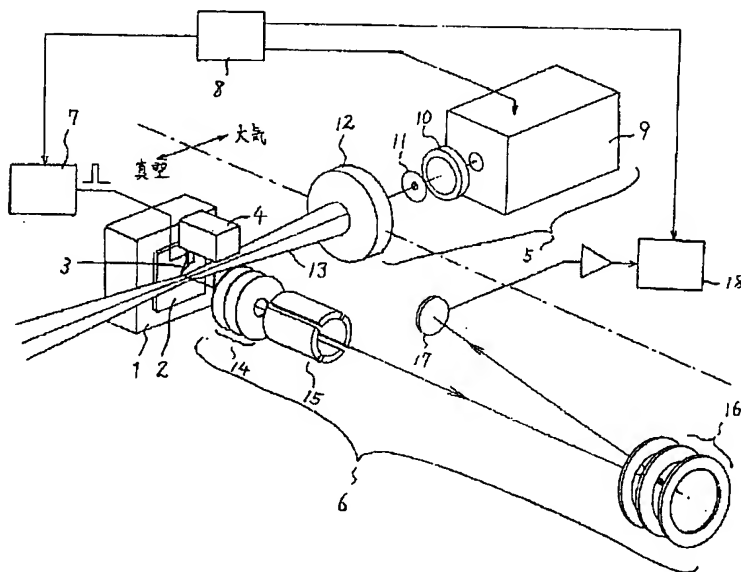
【図1】本発明の一実施例を示す図である。

【図2】実施例の動作を説明するためのタイミング図である。

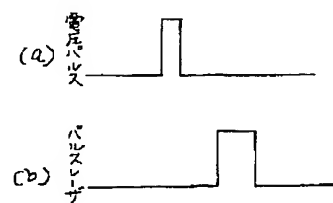
【符号の説明】

- 1 ステージ1
- 2 試料
- 3 探針
- 4 走査器
- 5 励起光学系
- 6 質量分析系
- 7 パルス電源
- 8 タイミング制御回路
- 9 レーザ光源
- 10 レーザ光
- 11 イオン引出しレンズ
- 12 リフレクタ電極
- 13 イオン検出器
- 14 信号処理回路

【図1】



【図2】



# Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06124680  
PUBLICATION DATE : 06-05-94

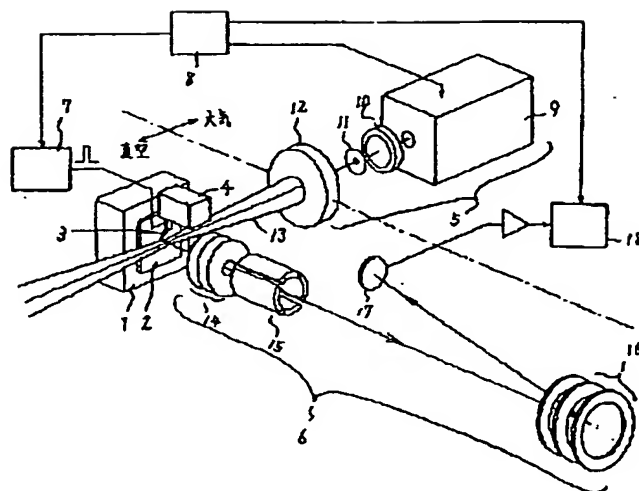
APPLICATION DATE : 12-10-92  
APPLICATION NUMBER : 04299238

APPLICANT : JEOL LTD;

INVENTOR : YAMADA TAKAHISA;

INT.CL. : H01J 37/252 H01J 37/28 H01J 49/40

TITLE : MASS SPECTROMETER FOR  
SECONDARY NEUTRAL PARTICLE



ABSTRACT : PURPOSE: To provide a mass spectrometer for secondary neutral particles capable of the element analysis of a very fine region.

CONSTITUTION: A sample 2 is placed on a stage 1 and at the same time the tip of probe 3 is arranged near the surface of the sample. Further to this STM constitution, an excitation optical system 5, a mass spectrometry system 6, a pulse power supply 7 and a timing control circuit 8 are provided. An optical path is provided so that a laser beam 13 from a laser beam source 9 passes through the region adjacent to the tip of the probe. The mass spectrometry system 6 fundamentally is a time of flight type mass spectrometer. A voltage  $V_a$  required for taking in particles ionized by the laser beam 13 into the mass spectrometry system to perform analysis is applied between an ion extraction lens 14 and STM and also between the lens 14 and a sample. The pulse power supply 7 generates a pulse voltage signal and supplies it to the probe 3, thereby ionizing the atoms by a laser beam 11, which are expelled from the surface of the sample and reaching the above-mentioned region, and then introducing them into a mass spectrometer to perform mass spectrometry.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**